

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ И ПОКАЗАТЕЛИ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ СПЛАВА Al - 3Mg

Мочуговский А. Г., Котов А. Д., Михайловская А.В.

Руководитель - д.т.н. Портной В. К.

кафедра металловедения цветных металлов НИТУ "МИСиС", г. Москва,
mochugovskiy@mail.ru

В связи созданием нового сплава* на основе системы Al-Mg-Cu-Zn, обладающего высокой прочностью и сверхпластичностью при повышенных скоростях, но с плохой коррозионной стойкостью, возникла необходимость в разработке сверхпластичного металлического материала для антикоррозионной плакировки данного сплава. Известно, что высокие показатели сверхпластичности у материала обеспечиваются наличием микрозерненной (МЗ) структуры. Основным принцип формирования МЗ структуры в алюминиевых сплавах основан на возможности переходных металлов образовывать с алюминием аномально пересыщенный твердый раствор, в процессе распада которого при последующей термической и деформационной обработке формируются дисперсоиды фаз алюминия с переходными металлами, препятствующие миграции межзеренных границ, а как следствие, росту зерен при высокотемпературном отжиге и во время сверхпластической деформации.

Целью данной работы является оптимизация состава сплава Al-Mg-ПМ и технологических параметров получения сверхпластичного листа для защитной антикоррозионной плакировки сплава системы Al-Mg-Cu-Zn. Разрабатываемый сплав должен проявлять сверхпластичность при температурах (440-480)°С, т.е. при температурном диапазоне проявления сверхпластичности сплава-основы.

Для анализа были выбраны составы сплавов легированных магнием с различным содержанием переходных металлов Zr, Mn и Cr. Приготовление сплавов проводили в лабораторной электрической печи сопротивления с силитовыми нагревателями в графито-шамотных тиглях. Плавку вели последовательным введением лигатур, а затем магния. Отливки, получали литьем в медную водоохлаждаемую изложницу, затем термической и деформационной обработкой по нескольким режимам, которые отличались режимами гомогенизации и числом промежуточных отжигов между этапами холодной прокатки. Плакировку проводили в

* Патент РФ № 2491365. Сверхпластичный сплав на основе алюминия. Портной В.К., Михайловская А.В., Чурюмов А.Ю., Синагейкина Ю.В., Котов А.Д. Заявка №2011133287/02 от 09.08.2011.

лабораторных условиях. Толщина плакированного слоя составляла 10 % с каждой стороны при толщине листа 1 мм.

Установлено, что режим гомогенизационного отжига сильно сказывается на размере зерна перед началом сверхпластической деформации и на показателях сверхпластичности. В сплавах, содержащих хром и марганец наблюдается существенное уменьшение размера рекристаллизованного зерна при увеличении температуры гомогенизационного отжига с 380 °С до 460 °С (рис. 1), что закономерно обеспечивает улучшение показателей сверхпластичности.

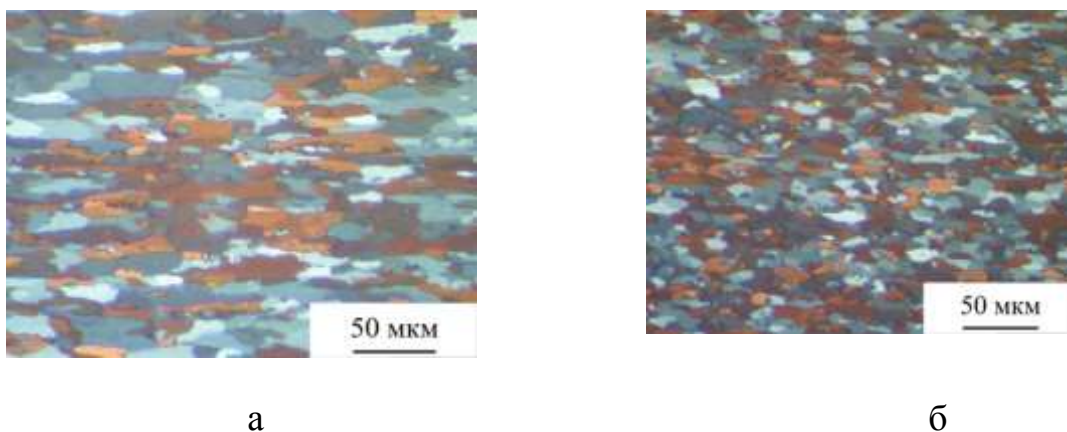


Рис. 1 – Зеренная структура после 20 мин отжига холоднокатаного листа при 460 °С, а – гомогенизация слитка 380 °С; б – 460 °С.

При увеличении температуры отжига напряжение течения слабо меняется, а относительное удлинение увеличивается (рис. 2). При этом изменение концентрации хрома заметного влияния на размер зерна и показатели сверхпластичности не оказывает. Наилучшие свойства сплавы проявляют при температуре испытания 560 °С, а при необходимых температурах (440-480) °С сплавы не сверхпластичны.

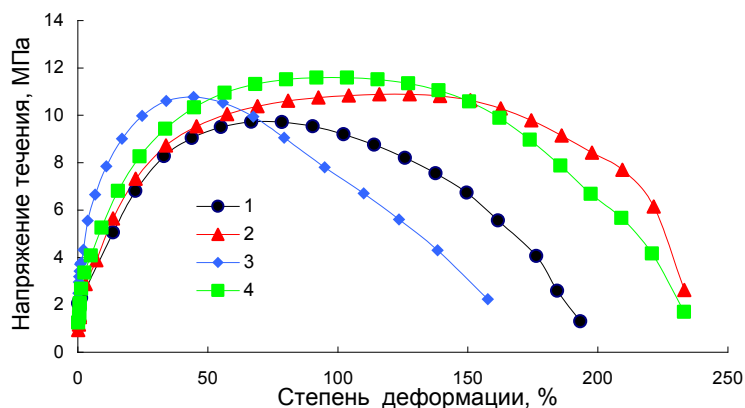
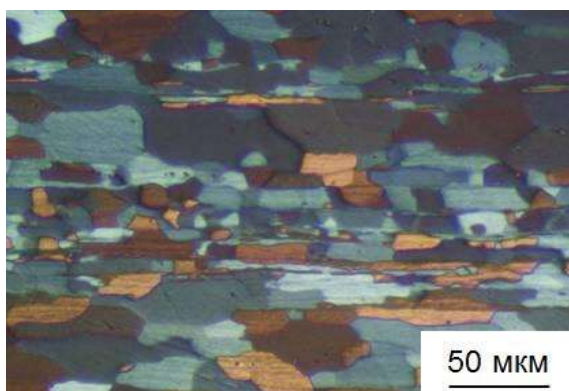


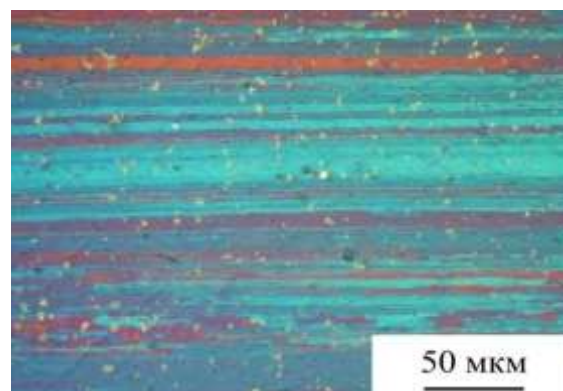
Рис. 2 – Зависимость напряжения течения от относительного удлинения образцов сплавов с марганцем и 0,1Cr (1,2) и 0,3Cr (3,4) при

испытании на растяжение при температуре 560 °С и скорости деформации $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и разной температуре гомогенизации (380 °С (1,3) и 460 °С (3,4))

При легировании вместо марганца и хрома цирконием увеличение его содержания с 0,1 до 0,3 % приводит к подавлению рекристаллизации при нагреве до температуры сверхпластической деформации (рис. 3), и улучшению показателей сверхпластичности. При этом листы сплавов легированных цирконием после холодной прокатки имеют ровную кромку, а при легировании марганцем и хромом наблюдали значительное растрескивание кромки листов.



а



б

Рис. 3 – Зеренная структура после 20 мин отжига холоднокатаного листа при 460 °С, а сплав с 0,1Zr; б – с 0,3Zr

По результатам исследования можно сделать вывод, что в интервале температур (440 – 480) °С наилучшими показателями сверхпластичности и достаточно высокой технологической пластичностью обладает сплав, содержащий цирконий, который предложено использовать в качестве плакирующего материала.

Испытанием на общую коррозию по стандарту ASTM G – 110 – 9 показали, что поверхность плакированных образцов не темнеет, в отличие от образцов без плакировки. При этом установлено, что плакирование высокопрочного сплава разработанным сплавом практически не ухудшает показателей сверхпластичности.

Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ (№14.125.13.232-МК).